

D. 考察

震災前、震災 3~4 か月後の調査結果により、震災後精神症状の脆弱性因子の神経基盤として、右前帯状皮質の脳灰白質体積減少および右前帯状束の脳白質統合性の低下が、震災後精神症状の獲得因子の神経基盤として左眼窩前頭皮質の減少および左帯状束・鉤状束の白質統合性の上昇が認められた。

前帯状束は前帯状皮質から延びる神経線維を含み、大脳辺縁系の一部を構成要因としても知られている (Hamner 1999)。その機能として、恐怖や不安の処理が知られており (Etkin 2011)、震災後の不安症状の病態にも深く関与している (Lanius 2006)。本研究により、これら恐怖や不安の処理の機能不全が、震災後精神症状の脆弱性因子として関与することが示唆された。

また、眼窩前頭皮質は、隣接する鉤状束を介して情動処理に関与する扁桃体の活動と協調し (Gottfried and Dolan 2004)、情動制御に重要な役割を果たしている (Ochsner and Gross 2005)。PTSD 患者においても恐怖記憶の消去 (Bremner 2005) や情動制御 (New 2009) の際に眼窩前頭皮質の活動が低下しているとの報告もある。更に、左前帯状束/鉤状束の白質統合性の増加は、震災後不安症状の脆弱性因子として不安や恐怖の処理機能不全が存在し、情動制御の必要性が高まったことが震災後早期の不安症状の獲得の背景に存在していたことが示唆された。

上述の脳形態変化は各々が隣接する領域であることから、解剖学的な位置関係は概ね一致していた。右前帯状皮質の脳灰白質量と、隣接する右帯状束の白質統合性が共に精神症状と負相関を示していた。脳灰白質量の減少、白質統合性の低下は共に当該領域の機能不全を示唆する所見として、震災後精神症状の脆弱性因子として解釈されている (Sekiguchi 2013)。

一方で、左側眼窩前頭皮質の脳灰白質変化量と精神症状は負相関を示したが、隣接する左鉤状束、帯状束の白質統合性の変化量は精神症状と正相関を示しており、右前帯状皮質/帯状束の結果とは、一見して矛盾する結果のように見える。これら不一致は、心理的ストレスにより引き起こされる生物学的変化が脳部位によって異なることに起因すると考えられる。前帯状皮質の脳灰白質量の低下は、ストレスホルモンとして知られるコルチゾールの影響で引き起こされることが報告されており (Wolf 2002)、組織学的には樹状突起の縮小が主な要因であるとされている (Davidson and McEwen 2012, Kassem 2012)。樹状突起の縮小は、白質統合性の低下にも直結する変化であり前帯状皮質の灰白質量低下と前帯状束の白質統合性の低下は同一の生物学的背景に起因すると考えられる。眼窩前頭皮質では、慢性ストレスにより樹状突起が増加するとの報告もあり (Popoli 2012)、鉤状束における白質統合性の増加を支持する知見である。一見して相反する結果であるが、心

理的ストレスに対する脳部位ごとの神経細胞の組織学的な反応の違いが、脳形態画像にも反映されていたものと考えられる。

震災 1 年後までの調査結果により、震災 3~4 ヶ月後の脳形態変化の長期的な変化が明らかになった。心理尺度の評価の結果、PTSD を発症したものは認めなかった。一方で、うつ、不安の尺度に関しては震災直後に比して 1 年後に改善を認めただけではなく、長期的なストレス負荷の存在を示唆していた。

震災 1 年後までの脳灰白質量の変化の調査の結果、平均して眼窩前頭皮質の灰白質量が増加し、自尊心の強い人ほど左眼窩前頭皮質の体積増加が大きいこと、平均して右海馬の灰白質量が減少していること、が明らかになった。左眼窩前頭皮質の減少は、震災直後に PTSD 症状の獲得因子として特定されており、1 年後の追跡調査で灰白質量の増加が認められたことから、眼窩前頭皮質の体積増加が震災ストレス反応からの回復を規定する因子である可能性が示唆された。また、自尊感情尺度に相関して体積増加が認められていることから、自尊感情の強さが震災ストレスからの回復を予想する因子として示唆された。自尊感情は、PTSD の予防的因子であることが知られており (Rutter 1985)、今回の結果からストレス負荷後の脳灰白質量を増大させる因子として特定されたことから、過去の研究を指示する結果であると考えられる。一方で、右海馬の体積減少に関しては、震

災未経験の対照群には認めておらず、震災ストレス反応が影響したものと推測される。海馬体積は 10 代後半にピークがあり、その後緩やかに減少し、老年期に急速に萎縮が進むことが知られており (Giedd 1999)、今回の結果は、震災ストレスが青年層における海馬体積の加齢性の変化を促進してしまった可能性を示唆している。

震災 1 年後までの脳白質統合性変化の調査の結果、右帯状束の白質統合性の一時的な増加、左鉤状束の白質統合性の減少を認めた。これら脳形態変化は、PTSD 症状、不安症状など心理指標との相関も認められたことから、一時的な震災後精神症状の増減に従って、白質統合性が動的に変化したことが読み取れる。これら一時的な変化が観測された脳部位は不安障害や PTSD などの疾患群において認められる変化とも一致しており、一時的な変化に留まらず固定化されてしまうことが、各種精神疾患へと発展する要因であると推測される。

今回の被験者は、すべて PTSD を発症しないレベルの被験者であることから、これら脳形態変化は震災ストレスを受けながらも PTSD へは至らない群の継時的な脳形態変化が観察されたと考えられる。眼窩前頭皮質は、隣接する鉤状束を介して情動処理に関与する扁桃体の活動と協調し (Gottfried and Dolan 2004)、情動制御に重要な役割を果たしている (Ochsner and Gross 2005)。PTSD 患者においても恐怖記憶の消去 (Bremner 2005) や情動制御

(New 2009)の際に眼窩前頭皮質の活動が低下しているとの報告もある。震災直後のPTSD症状や不安症状に伴い眼窩前頭皮質の体積、帯状束/鉤状束の白質統合性の増加が観測されていたが、震災1年後にかけてこれら変化は収束していたと読み取れる。震災直後にこれら脳部位の担う機能（情動抑制など）の需要の高まりに即して脳形態の変化が観測されていたと考えられる。更に、震災1年後までにこれら機能の需要は収束し、PTSD症状を発症せずに経過したことがうかがえる。以上の考察から、今回の震災1年後までの脳形態画像変化の結果から、PTSDの予防因子および回復過程の予測因子として、眼窩前頭皮質の増加、自尊心の強さ、帯状束/鉤状束の一時的な動的変化が示唆されたと考えている。

これらは、複数の脳画像データの検証により、画像所見として現れる生物学的変化についてより深い考察が出来た好例であり、複数の脳画像データセットによる検証の重要性が示唆されたものと考えられる。

次いで、小児被験者の結果についての考察を加える。宮城県内在住の6歳～18歳の小児234名において、約6%の被験者に有意な外傷後ストレス反応が認められた。特に強い反応を示していた児は沿岸部に在住する小児であり、より強い震災ストレス曝露があったことが推測できる。

脳灰白質量の検討の結果、左海馬体積および左前帯状束の統合性の増大、右外

側前頭皮質の減少および左鉤状束の統合性の減少が震災ストレス反応を予測することが明らかになった。

小児の結果は、大学生の結果とは異なるパターンを示していた。成人の結果との相違は、発達過程の相違に起因するものと考えられる。一般に小児の脳発達においては、頭蓋骨の容積の増大に伴う成長と、後頭葉から前頭葉にかけて進む成熟の少なくとも2要因を考慮する必要がある。これら要因は、脳灰白質体積としては成長に伴う灰白質量の増大と、成熟（刈り込み）に伴う灰白質量の減少の相反する方向性を有している。

以上を勘案するに、海馬体積の増大が、震災ストレス反応の脆弱性因子であることは、海馬領域の成熟の遅れがストレス反応を惹起しやすい環境を作り出している可能性が考えられる。一方で、過去の研究では、虐待歴のある子供では海馬体積の減少を認めておらず(McCrory 2011)、一方で子供のころに虐待歴のある成人では海馬体積の減少が指摘されている(Teicher 2012)。海馬体積の減少は、ストレスホルモンにより引き起こされるとされ、子どもにおいてもストレスホルモン不可による海馬体積減少は認められている(Carrion 2007)。これら研究から、海馬体積の増大がストレス負荷に対する脆弱性因子であり、虐待などのストレス負荷を受けることで海馬体積は減少するが、子ども時代は元の体積が大きかったことから、海馬体積の減少は検出されず、成人したのちに健常対象と比べて海馬体積の減少が検出されているものと考えられることができる。

更に、前帯状束の白質統合性の増大は、成熟が進んでいる状態と考えられる。帯状束は恐怖反応の処理に関わると考えられており、ストレス曝露前に恐怖反応の処理機能が成熟しているということは、今回の小児例では、心的外傷の既往や虐待歴は聴取しておらず、憶測の域は出ないが、過去の恐怖体験が震災後ストレス反応を増大させる因子の背景にあると推測される。同様に、外側前頭皮質や鉤状束の減少は、発達の遅延が想定される。これら部位は、情動制御に関与する部位と考えられており、情動制御の未熟さが、震災後ストレス反応を増大させる要因であったと推定できる。

E. 結論

今回紹介した脳画像研究は、昨年度紹介した大規模災害直後の脳灰白質量、白質統合性の形態変化の長期予後を報告した世界で初めての研究である。災害ストレスへの長期的な適応過程に対する理解を深め、災害後精神症状の早期発見、予防に資する基礎研究として意義深いものとする。一方で、これらは比較的軽度な被災をした健常レベルの大学生・小児の結果であり、より強烈なトラウマ体験をした被災者への応用は慎重を期する必要がある。しかし、比較的軽度の被災をした若者ですら様々な脳形態変化を来していることが明らかになったわけであり、より強烈な被災体験をした被災者においては、より強く長期にわたる変化が観測されることが推測される。今後、より広い世代に渡る、様々なレベルのトラウマ

体験をした被災者を対象とした検証が待たれるところである。

現在研究代表者は、震災後に東北大学に新設された東北メディカル・メガバンク機構において、宮城県沿岸部および内陸部の住民を対象とした大規模なゲノムコホート調査に従事しており、一部対象者から脳形態画像および認知機能データを収集する計画の立ち上げに主に携わっている。本コホート調査を通して、近い将来には、脳形態、認知機能、遺伝要因、生活習慣との関連が明らかとなり、災害ストレス曝露後の精神症状の増悪に対するゲノム医療が可能になると期待している。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1. Sekiguchi A, Kotozaki Y, Sugiura M, Nouchi R, Takeuchi H, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Araki T, Sakuma A, Taki Y, Kawashima R. "Resilience after 3/11: Structural brain changes 1 year after the Japanese Earthquake" *Molecular Psychiatry*, 20 ; 553-554, 2015
2. Nakagawa S, Sugiura M, Sekiguchi A, Kotozaki Y, Araki T, Hanawa S, Miyauchi CM, Sakuma A, Kawashima R. "Fatigue and relating to others 3 months after the 2011 Great East Japan Earthquake" *Psychiatric Research*, 218(3):324-8, 2014
3. Kotozaki Y "Medium- to long-term psychological support for women living in areas affected by the Great East Japan Earthquake:

- Empirical studies on the impact of horticultural therapy" Journal of Trauma & Treatment, 3.2, 2014
4. Kotozaki Y "Horticultural therapy as a measure for recovery support of regional community in the disaster area: Result of preliminary experiment" International Journal of Emergency Mental Health, 16(2);284-287, 2014
 5. Sekiguchi A, Kotozaki Y, Sugiura M, Nouchi R, Takeuchi H, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Araki T, Sakuma A, Taki Y, Kawashima R. "Long-term effects of post-earthquake distress on brain microstructural changes." BioMed Research International, 2014, 180468, 2014.
 6. Sekiguchi A, Sugiura M, Taki Y, Kotozaki Y, Nouchi R, Takeuchi H, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Sakuma A, Kawashima R. "White matter microstructural changes as vulnerability factors and acquired signs of post-earthquake distress" PLoS ONE, 9(1): e83967, 2014.
 7. Sekiguchi A, Sugiura M, Taki Y, Kotozaki Y, Nouchi R, Takeuchi H, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Sakuma A, Kawashima R. "Brain structural changes as vulnerability factors and acquired signs of post-earthquake stress" Molecular Psychiatry, Vol 18(5), 618-623, 2013
 8. Sekiguchi A, Sugiura M, Yokoyama S, Sassa Y, Horie K, Sato S, Kawashima R. "Neural correlates of adaptive social responses to real-life frustrating situations: a functional MRI study" BMC neuroscience, 14:29, 2013
 9. Kotozaki Y, Kawashima R. "Effects of the Higashi-Nihon Earthquake: posttraumatic stress, psychological changes, and cortisol levels of survivors" PLoS ONE. 2012; 7(4):e34612.
 10. Sekiguchi A, Sugiura M, Taki Y, Kotozaki Y, Nouchi R, Takeuchi H, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Sakuma a, Kawashima R. "Causal Relationship Between Psychological Distress After a Severe Earthquake and Brain Structural Changes" Human Science & Technology, Vol. 10, 2012, 31-37, 2013
 11. Kotozaki Y, Takeuchi H, Sekiguchi A, Araki T, Yamamoto Y, Takahashi K, Nozawa T, Taki Y, Shinada T, Sugiura M, Tomita H, Kawashima R. "Psychological Effects of the Great East Japan Earthquake: Posttraumatic Stress, Psychological Effects and the Cortisol Levels in Women Who Live in the Coastal Disaster Areas" Human Science & Technology, Vol. 10, 2012, 38-45, 2013
 12. 関口敦 "震災直後に認められた脳形態変化の追跡調査-健常大学生における検討" 心身医学、印刷中
 13. 関口敦 "PTSD における扁桃体" Clinical Neuroscience, 32(6), 686-689, 2014
 14. 関口敦, 杉浦元亮, 事崎由佳, 佐久間篤, 瀧靖之, 川島隆太 "震災後精神症状の脆弱性・獲得因子の神経基盤の解明" トラウマティック・ストレス 11(1): 63-67, 2013.
2. 学会発表
1. Sekiguchi A, Kotozaki Y, Thyreau B, Takeuchi H, Yokota S, Hashizume H, Asano K, Asano M, Sassa Y, Nouchi R, Taki Y, Kawashima R "Pre-existing neuronal factors of posttraumatic growth after the 2011 Japanese Earthquake in children" The 21st Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, Honolulu, Hawaii, USA, June 18, 2015

2. Sekiguchi A, Kotozaki Y, Thyreau B, Yokota S, Asano M, Asano K, Hashizume H, Sassa Y, Takeuchi H, Nouchi R, Taki Y, Kawashima R "Pre-existing vulnerability factors of posttraumatic stress responses (PTSR) after the Japanese Earthquake in children" The 73rd Annual Meeting of the American Psychosomatic Society, Savannah, GA, USA, Mar.21 2015
3. Sekiguchi A, Kotozaki Y, Thyreau B, Takeuchi H, Taki Y, Kawashima R "Neural Underpinnings of Post-Traumatic Stress Responses (PTSR) after the Japanese Earthquake in Children" The ISTSS 30th Annual Meeting, Miami, FL, USA, November 7, 2014.
4. 関口敦 "震災直後に認められた脳形態変化の追跡調査～健常大学生における検討" 第 55 回日本心身医学会総会, 幕張, 2014, 6
5. 事崎由佳, 竹内光, 関口敦, 瀧靖之, 川島隆太 "被災地在住高齢女性への園芸介入による認知機能への影響" 第 13 回トラウマティック・ストレス学会, 福島, 2014, 5
6. 事崎由佳, 竹内光, 関口敦, 荒木剛, 山本悠貴, 品田貴光, Daniele Magistro, 十亀彩, 瀧靖之, 川島隆太. "沿岸部被災地在住の高齢女性たちに対する園芸療法介入の効果の検証" 第 78 回日本心身医学会東北地方会, 仙台, 2014, 2.
7. Kotozaki Y, Takeuchi H, Sekiguchi A, Araki T, Yamamoto Y, Shinada T, Daniele Magistro, Taki Y, Sugiura M, Kawashima R. "Effects on cognitive function of horticultural intervention for elderly women who live in the coastal disaster areas" 東北大学研究所連携プロジェクト第 4 期 平成 25 年度研究成果報告会「ヒューマンサイエンス&テクノロジー」プログラム, 仙台, 2014. 2.
8. 中川誠秀, 杉浦元亮, 関口敦, 事崎由佳, 宮内誠カルロス, 埴杉子, 荒木剛, 竹内光, 佐久間篤, 瀧靖之, 川島隆太. "带状回の灰白質量変化と東日本大震災後の慢性疲労" 東北大学研究所連携プロジェクト第 4 期 平成 25 年度研究成果報告会「ヒューマンサイエンス&テクノロジー」プログラム, 仙台, 2014. 2.
9. Sugiura M, Kotozaki Y, Sekiguchi A, Miyauchi CM, Hanawa S, Nakagawa S, Araki T, Kawashima R. "Individual difference in sensory-motor processing and social self-concept in the aftermath of the Tohoku Earthquake" Society for Neuroscience 43th Annual Meeting, San Diego, USA, Nov. 2013.
10. Sekiguchi A, Kotozaki Y, Thyreau B, Yokota S, Asano M, Asano K, Hashizume H, Sassa Y, Takeuchi H, Nouchi R, Taki, Kawashima R. "Neural underpinnings of posttraumatic stress responses (PTSR) after the Japanese Earthquake in children" International Symposium: New Horizon on Neuroscience of Development and Developmental Disorders, Sendai, Nov 2013.
11. 事崎由佳, 竹内光, 関口敦, 荒木剛, 川島隆太. "東日本大震災被災地在住の震災ストレスを有する成人女性に対する園芸療法介入-脳形態・心理指標・生化学的指標の結果から-" 第 6 回日本園芸療法学会, 広島, 2013. 10.
12. Sekiguchi A, Sugiura M, Kotozaki Y, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Sakuma A, Taki Y, Kawashima R "Resilience after 3/11: white matter microstructural changes one-year after the Japanese Earthquake" The 19th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, Seattle, WA, USA, June 2013
13. Sugiura M, Kotozaki Y, Sekiguchi A, Miyauchi CM, Hanawa S, Nakagawa S,

- Araki T, Kawashima R. "Individual difference in self-concept and pro-social behavior in the disaster aftermath" The 19th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, Seattle, WA, USA, June 20, 2013
14. 事崎由佳. "東日本大震災で被災した沿岸部在住成人女性に対する園芸療法介入とフォローアップ" 東北心理学会 第 67 回大会, 仙台, 2013. 5.
15. 事崎由佳, 竹内光, 関口敦, 荒木剛, 山本悠貴, 品田貴光, Daniele Magistro, 十亀彩, 瀧靖之, 川島隆太. "東日本大震災被災地在住の軽度 PTSD 症状の高齢女性たちに対する園芸療法介入" 第 12 回日本トラウマティック・ストレス学会, 東京, 2013. 5
16. 関口敦, 事崎由佳, 杉浦元亮, 埜杉子, 中川誠秀, 宮内誠カルロス, 佐久間篤, 瀧靖之, 川島隆太. "震災前後に認められた脳形態変化の追跡調査" 第 12 回日本トラウマティック・ストレス学会, 東京, 2013. 5
17. 事崎由佳, 竹内光, 関口敦, 荒木剛, 山本悠貴, 品田貴光, Daniele Magistro, 十亀彩, 瀧靖之, 川島隆太. "東日本大震災被災地在住の軽度 PTSD 症状の高齢女性たちに対する園芸療法介入" 第 12 回日本トラウマティック・ストレス学会, 東京, 2013. 5
18. 事崎由佳. "東日本大震災で被災した沿岸部在住成人女性に対する園芸療法介入とフォローアップ" 東北心理学会 第 67 回大会, 仙台, 2013. 5.
19. Sekiguchi A, Sugiura M, Kotozaki Y, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Sakuma A, Taki Y, Kawashima R. "Resilience after 3/11: Brain structural changes one-year after the Great East Japan Earthquake" The 71st Annual Meeting of the American Psychosomatic Society, Miami, FL, USA, Mar 2013
20. Sekiguchi A, Sugiura M, Taki Y, Kotozaki Y, Nouchi R, Takeuchi H, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi CM, Sakuma A, Kawashima R. "Brain structural changes as vulnerability factors and acquired signs of post-earthquake distress" Society for Neuroscience 42nd Annual Meeting, New Orleans, LA, USA, October 2012
21. 事崎由佳, 荒木剛, 川島隆太. "被災地在住の軽度 PTSD 症状の女性達に対する園芸療法介入" 日本心理学会第 76 回大会, 東京, 2012. 9
22. 関口敦, 杉浦元亮, 事崎由佳, 佐久間篤, 川島隆太. "震災後精神症状の脆弱性/獲得因子の神経基盤の解明" 第 11 回日本トラウマティック・ストレス学会, 福岡, 2012. 6
23. 事崎由佳, 竹内光, 関口敦, 荒木剛, 川島隆太. "東日本大震災被災地在住の Mild-PTSD 症状の女性たちに対する園芸療法介入" 第 11 回日本トラウマティック・ストレス学会, 福岡, 2012. 6
24. 関口敦. "PTSD 症状の脆弱性/獲得因子の神経基盤の解明～健常大学生における検討" 第 53 回日本心身医学会総会, 鹿児島, 2012. 5
25. Sekiguchi A, Sugiura M, Kotozaki Y, Araki T, Hanawa S, Nakagawa S, Miyauchi MC, Sakuma A, Taki Y, Kawashima R. "Decreased regional gray matter volume in the prefrontal cortices predicts a tendency for PTSD symptoms in healthy survivors of the Great East Japan Earthquake" The 70th Annual Meeting of the American Psychosomatic Society, Athens, Greece, Mar 2012

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他
なし

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
（総合）研究報告書（平成24年度～26年度）

震災後精神症状の脆弱性因子・獲得因子・回復過程の心理・神経基盤を解明し、
早期発見・予防・治療のターゲットを特定するための研究

研究分担者 事崎由佳

東北大学 加齢医学研究所
応用脳科学分野 教育研究支援者/非常勤講師

研究要旨

これまで、震災前後の縦断研究による震災後精神症状の脆弱性/獲得因子、回復過程の心理・神経基盤の解明の他に、震災直後から被災者に対する中長期的な心理的ケアとして園芸療法を用いたメンタルケアに関する研究に取り組んできた。平成 24 年度、平成 25 年度は宮城県沿岸部在住で東日本大震災の被害を受けた地域在住の成人女性および高齢女性に対して、生活介入として園芸療法を実施し、介入前後の PTSD 重症度、心理状態、唾液ストレスマーカーの変化について評価を行い、軽度 PTSD 症状における園芸療法の効果検証を行った。また、平成 26 年度は、新たな地域コミュニティ再生におけるコミュニティ活性のツールとしての園芸療法の有効性の検証するため、被災地（宮城県沿岸部）でのフィールドワークとして園芸療法を実施し、実施前後での心理状態について評価した。

成人女性の心理データを分析した結果、介入群は PTSD 重症度が有意に軽減し、陽性感情や外傷後成長の向上も確認され、介入前よりも心理状態が改善した。また、ストレスマーカーである唾液中コルチゾール値も介入群において有意に改善した。高齢女性の心理データを分析した結果、介入群は PTSD 重症度、うつ状態、健康度が有意に軽減し、生活の質や外傷後成長の向上も認められ、唾液中コルチゾール値も介入群において有意に改善した。フィールドワークでの結果は、介入群において、対照群と比べて介入後の CAPS 得点、自尊感情尺度、GHQ 得点、CES-D 得点、コミュニティ尺度のコミュニティ感覚合計得点、ニーズの強化得点、影響力得点、情緒的つながりの共有得点が顕著に改善していた。

これらの結果から、東日本大震災を経験したことによってみられていた軽度 TSD 症状やストレス症状など心理状態の回復が見られ、軽度 PTSD 症状を持つ女性に対する園芸療法の効果が認められ、また、コミュニティ意識の向上という意味でも園芸療法の効果が認められた。これは、東日本大震災のような大規模自然災害を経験した人々に対する中長期的な心理的支援の方法の一つの可能性としての園芸療法の有効性を示唆できるものと考えられる。

A. 研究目的

東日本大震災では、青森県から千葉県に渡る広範囲で被害を受けた。その中でも特に、東北地方の沿岸部では巨大地震と津波によって甚大な被害を受け、多くの被災者が避難所等での長期にわたる避難生活を余儀なくされた。震災から暫く経つと、被害の大きかった沿岸部でも物流の回復や仮設住宅への入居など生活環境が整い始め、人々の生活は震災前のような落ち着きを取り戻しつつある。その一方で、これからの生活に対する不安感、やる気が起きない、不眠などの心身症状を訴える人は震災から大分時間が経過した今もなお存在する。

ストレスは脳に影響を与えることが示唆されている。脳形態の変化に注目した先行研究では、海馬や扁桃体、眼窩前頭前野、前帯状回の体積減少などが報告されている (Nakano et al., 2002; Matsuoka et al., 2003; Yamasue et al., 2003)。また、被災地域では、体調の変化とまでならずとも、地震被害による生活環境の変化やその後の生活格差、人間関係の変化などによるストレスを抱えている人は少なくない。震災からの時間の経過とともに、東日本大震災の直接のストレスだけではなく、そこから派生した二次的な原因によるストレスによっても、心身だけではなく、社会面など他の部分に影響が出ている状態にある。

以上のような現状を受け、被災者に対する中長期的な心理的ケアの必要性が求められている (Furukawa, 2011)。

我々の研究室では、震災前後の縦断研

究 (Sekiguchi et al., 2013a; 2013b; 2014a; 2014b) による震災後精神症状の脆弱性/獲得因子、回復過程の心理・神経基盤の解明の他に、震災直後から被災者に対する中長期的な心理的ケアとして園芸療法を用いたメンタルケアに関する研究に取り組んでいる。

園芸療法とは「医療や福祉の領域で、支援を必要とする人たちの幸福を園芸を通して支援する活動」と定義されている (園芸療法学会, 2008)。園芸療法は、第二次世界大戦後に欧米でリハビリテーションプログラムの 1 つとして発展を遂げてきた。日本では、阪神淡路大震災の際に被災地の支援活動で緑の支援が行われたことが契機となり、西日本を中心に病院や高齢者施設に普及している。

これまでの研究によって、身体面 (筋力・筋持久力の向上、心肺機能の向上等)、心理面 (自信、達成感、満足感、ストレス解消等) への効果だけではなく、社会面 (協調性、対人関係の改善)、認知面 (想像力や記憶力の向上) への効果がある事が報告されている (Relf & Dorn, 1995; Ulrich, 1981; Ulrich & Simons, 1986)。

これまでの研究では、高齢者や認知症や精神疾患などの患者を対象に心理検査や観察法を用いて実施されているものが数多く行われてきているが、神経科学的な手法を取り入れた研究は数少ない (Mizuno-Matsumoto et al., 2008; 豊田ら, 2008)。より詳細な脳活動や脳形態の変化、および、震災ストレスに対する園芸療法の効果の検討についての理解はほとんど

明らかになっていない状態であった。

本研究の目的は、沿岸部被災地在住の軽度 PTSD 症状を有する住民に対して園芸療法を用いた生活介入を実施し、軽度 PTSD 症状における園芸療法の効果を実証することである。

本研究計画では、3年間の研究機関内に宮城県沿岸部在住で東日本大震災の被害を受けた地域住民に対して、生活介入として園芸療法を実施し、介入前後の脳画像（脳形態）、PTSD 重症度、心理状態、唾液ストレスマーカーの変化について評価を行い、軽度 PTSD 症状における園芸療法の効果を実証することを目指す。

本研究は、主研究である広範囲の被験者に対する精神障害の早期発見・予防に資する研究の応用研究の位置づけにある。震災から3年が過ぎ、被災地における本格的な復興が求められており、それと同時に、被災者に対する中長期的な心のケアの重要性が再度指摘されている。現在、研究分担者は、被災者の中長期的な心のケアを含めた「地域支援」としての園芸療法の有効性に注目しており、宮城県沿岸部の被災地域において、被災住民を対象にした生活介入を実施しており、今後さらに本格化する高台移転や集団移転等による新たな地域コミュニティ再生におけるコミュニティ活性のツールとしての園芸療法の有効性の検証に取り組んでいる。本研究を通して、被災者への園芸療法の効果を実証され、地域コミュニティ支援としての園芸療法の体系の確立させることで、学術研究領域への知見提供だ

けでなく、将来的には、自治体と協働して活動に取り組むことで、被災地の地域コミュニティ再生を加速化させるシステムを構築するなど被災地・被災者復興への貢献が可能となると期待している。

B. 研究方法

<平成24年度>

【研究協力者：成人女性】

生活介入による脳形態の変化を評価するのに先立ち、基礎データを得るために心理調査を実施した。

まず、宮城県沿岸部在住（主に津波被害地域に在住）で、2011年3月11日に東日本大震災を経験した20歳以上の成人女性を新聞広告により一般募集した。本研究では、気仙沼市、南三陸町、女川町、石巻市、東松島市、塩釜市、多賀城市、七ヶ浜町、仙台市宮城野区、仙台市若林区、名取市、岩沼市、亘理町、山元町を対象地域とし、これら地域に限定して新聞広告による協力者募集をかけた。

研究協力希望者106名にPTSDスクリーニングとして、精神疾患簡易構造化面接法（MINI）（Otsubo et al., 2005）およびPTSD臨床診断面接尺度（CAPS）（Blake et al., 1995; Asukai et al., 2003）を実施し、軽度PTSD傾向（CAPS総合得点が20~39点）の症状を持つ54名を研究協力者とした。なお、MINIのPTSD診断モジュールにおいて診断基準をすべて満たした研究協力者は認めなかった。54名の研究協力者は、実験者によって介入群（27名）と対照群（27名）に無作為に抽出・割付され、園

芸療法の生活介入に参加した。

本介入研究は、ランダム化比較試験（RCT）で実施した（The University Hospital Medical Information Network Clinical Trials Registry (UMIN000006170)）。

介入群に割り当てられた研究協力者は、介入前半（8週間）は、1週間に1回、1時間、研究所に通ってもらい、実践者（園芸療法士ら）の指導の下で園芸療法のプログラムで構成された授業に参加した。1回目の介入日に渡される植物を自宅に持ち帰り、自宅での園芸活動を1日15分前後毎日行った。また、介入後半(8週間)はフォローアップ期間である。

一方、対照群に割り当てられた研究協力者は、介入前半（8週間）は、1週間に1回、1時間、研究所に通ってもらい、ストレス教育介入に参加した。介入後半(8週間)は1週間に1回、1時間、園芸介入に参加した。また、1回目の介入日に渡される植物を自宅に持ち帰り、自宅での園芸活動を1日15分前後毎日行った。

介入の評価として、介入開始前、および介入終了後（介入から8週間後）、フォローアップ後(介入から16週間後)の3回、心理検査(WHO-QOL26、CES-D、GHQ、PANAS、PTGI)、唾液ストレスマーカー検査として、唾液中コルチゾール検査を実施した。

<平成25年度>

【研究協力者：高齢女性】

女性は男性よりも災害後の不安感が高く、不安障害やPTSD症状になりやすい可能性

があり(Galea et al, 2005)、かつ、高齢者は若年者と比較してPTSD症状になりやすい可能性があるということが先行研究によって示唆されている(Okamoto et al, 1998; Jia et al, 2010)。そこで、沿岸部被災地に在住する高齢女性に対しても、先に行った成人女性と同様の生活介入研究を実施した。

介入の評価として、介入開始前、および介入終了後（介入から8週間後）、フォローアップ後(介入から16週間後)の3回、心理検査（WHO-QOL26、WHO-SUBI、CES-D、GDS、GHQ、PTGI）、唾液ストレスマーカー検査として、唾液中コルチゾール検査を実施した。

以上から、園芸介入前後での心身面の変化の検討、ならびに介入群における介入後の効果の影響を追跡・検討することによって、軽度PTSD症状に対する園芸療法の効果を評価した。

<平成26年度>

宮城県沿岸部A地区在住で、2011年3月11日に東日本大震災を経験した20歳から60歳までの成人女性85名（平均年齢：46.15±8.26歳）が研究に参加した。85名の研究協力者は、実験者によって介入群（42名）と対照群（43名）に無作為に抽出・割付され、園芸療法の生活介入に参加した。本研究はランダム化比較試験（RCT）で実施した（The University Hospital Medical Information Network Clinical Trials Registry (UMIN000011398)）。

介入群に割り当てられた研究協力者は、介入前半（4 か月間）は、2 週間に 1 回、2 時間、A 地区の公民館で実践者（園芸療法士ら）の指導の下で園芸療法のプログラムで構成された授業に参加した。1 回目の介入日に渡される植物を自宅に持ち帰り、自宅での園芸活動を 1 日 15 分前後毎日行った。

一方、対照群に割り当てられた研究協力者は、介入前半（4 か月間）は、特に生活の制限はなく、普段通りの生活を過ごしてもらった。

介入の評価として、介入前後で心理検査を実施した。

統計は PASW Statistics 18 for Win を使用し、園芸療法の効果が有効であるかをエンドポイントとして定めたので片側検定を採用した。統計的有意水準は、危険率 5%未満を採用した。

以上から、園芸介入前後での心身面の変化の検討、ならびに介入群における介入後の効果の影響を追跡・検討することによって、ストレス症状に対する園芸療法の効果、および、地域コミュニティ構築のためのツールとしての園芸療法の効果を評価した。

（倫理面への配慮）

本研究は、東北大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て実施している。また、ヒトを対象とした臨床研究であるため、ヘルシンキ宣言に則り、口頭および書面により実験の必要性・安全性についての説明の場を事前に設け、参加予定である全ての研究協力者から書面による

同意書を得た。個人情報については、「個人情報の保護に関する法律」に基づいて安全に保管し、パスワード管理をした PC および鍵のかかる部屋の鍵のかかる棚に保管している。

C. 研究結果

【成人女性】

介入群および対照群の生活介入前後の心理データの結果を示す。

対照群と比べ、介入群は介入後の CAPS 得点が有意に低下し ($p < 0.001$, One-way analyses of covariance with pre-post differences in psychological measures as dependent variables and pre-intervention scores as covariates)、PANAS 陽性感情得点、PTGI 得点は有意に増加し ($p < 0.05$)、心理状態が改善した (表 1)。

また、介入群の唾液中コルチゾール濃度値が介入前： 8.3 ± 6.4 に対し、介入後： 3.0 ± 4.9 と有意に改善した ($p < 0.05$) (図 1)。

【高齢女性】

対照群と比べ、介入群は介入後の CAPS 得点、CES-D 得点、GDS 得点、GHQ 得点が有意に低下し ($p < 0.05$, One-way analyses of covariance with pre-post differences in psychological measures as dependent variables and pre-intervention scores as covariates)、QOL 得点、PTGI 得点は有意に増加し、心理状態が改善した (PTGI： $p < 0.01$ 、QOL： $p < 0.05$) (表 2)。

また、介入群の唾液中コルチゾール濃度値が介入前： 8.3 ± 6.4 に対し、介入後：

3.0±4.9 と有意に改善した ($p<0.05$) (表 2)。

【コミュニティ】

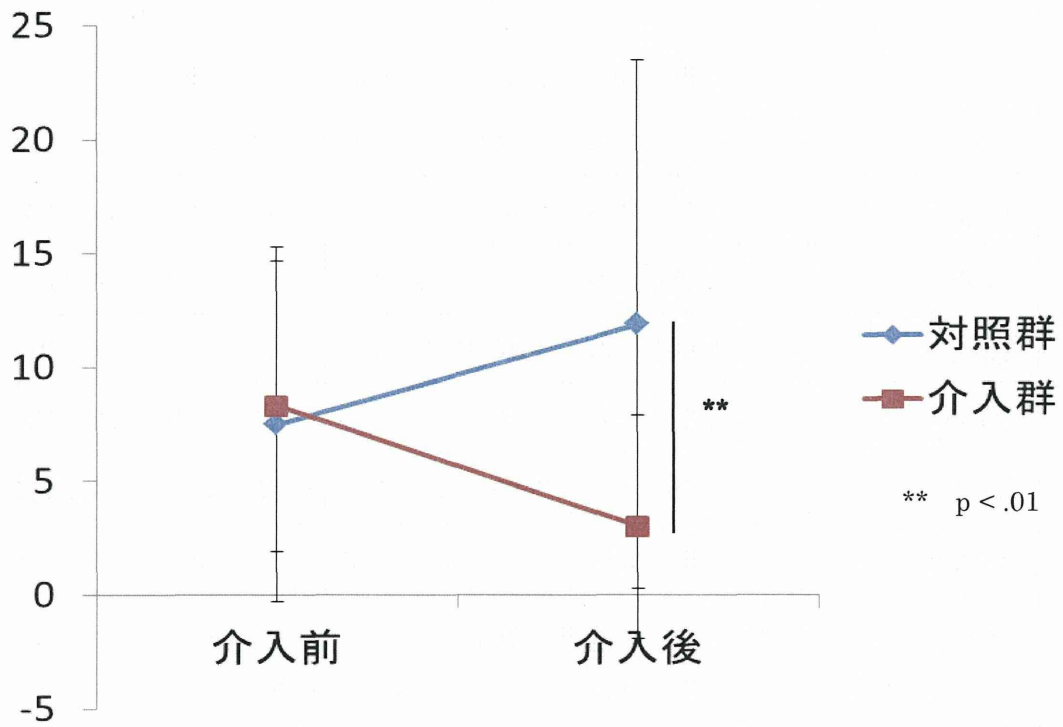
介入群において、対照群と比べて介入後の CAPS 得点、自尊感情尺度、GHQ 得点、CES-D 得点、コミュニティ尺度のコミュニティ感覚合計得点、ニーズの強化得点、影響力得点、情緒的つながりの共有得点が顕著に改善していた (いずれも $p<0.01$) (表 3)

表 1：成人女性対象の介入前後の心理データ結果

| | 介入群 (n=27) | | | | 対照群 (n=27) | | | | p ^a |
|------------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|----------------|
| | 介入前 | | 介入後 | | 介入前 | | 介入後 | | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | |
| CAPS | 31.5 | 6.5 | 10.0 | 7.1 | 31.3 | 6.5 | 16.1 | 9.3 | <0.001 |
| WHO-QOL26 | 52.5 | 5.8 | 53.9 | 6.5 | 52.3 | 6.3 | 51.0 | 5.9 | 0.297 |
| CES-D | 13.4 | 7.1 | 11.8 | 7.4 | 14.6 | 6.9 | 12.5 | 5.2 | 0.934 |
| GHQ | 7.1 | 5.1 | 4.4 | 4.2 | 6.8 | 5.7 | 5.0 | 4.7 | 0.248 |
| PANAS 陽性感情 | 20.5 | 6.4 | 23.3 | 7.4 | 23.6 | 7.8 | 21.0 | 7.2 | 0.011 |
| PANAS 陰性感情 | 18.9 | 7.7 | 15.1 | 6.0 | 21.8 | 7.1 | 18.5 | 6.4 | 0.071 |
| PTGI | 66.6 | 18.1 | 72.3 | 15.7 | 68.4 | 18.3 | 66.5 | 17.9 | 0.022 |

介入群と対照群の介入前後の心理データの結果を示す。PTSD 重症度を評価する CAPS 総得点の介入後の得点は、介入群、対照群ともに低下しているが、園芸介入を受けた介入群の方がより有意に低下し、軽度 PTSD 症状が改善していた ($p < 0.001$, One-way analyses of covariance with pre-post differences in psychological measures as dependent variables and pre-intervention scores as covariates (one-tailed))。また、介入群は、陽性感情の程度を評価する PANAS の陽性感情得点、外傷後成長を評価する PTGI 総得点も有意に改善していた ($p < 0.05$)。

図1：介入前後の唾液中コルチゾール濃度の結果 (pmol/ml)



介入群において、介入後の唾液中コルチゾール濃度が有意に低下した。一方、対照群は介入前よりも介入後の唾液中コルチゾール濃度が上昇していた。

表 2：高齢女性対象の介入前後の心理データ結果

| | 介入群 (n=20) | | | | 対照群 (n=19) | | | | p ^a |
|-----------|------------|-------|-------|------|------------|-------|-------|------|----------------|
| | 介入前 | | 介入後 | | 介入前 | | 介入後 | | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | |
| CAPS | 23.50 | 6.03 | 6.60 | 5.25 | 21.84 | 4.83 | 10.63 | 8.90 | 0.05 |
| QOL | 3.19 | 0.24 | 3.43 | 0.30 | 3.07 | 0.39 | 2.98 | 0.36 | 0.001 |
| GDS | 3.25 | 3.37 | 1.85 | 2.06 | 3.11 | 2.64 | 3.42 | 2.67 | 0.016 |
| CES-D | 5.00 | 3.26 | 3.20 | 3.59 | 4.63 | 2.59 | 5.05 | 3.50 | 0.031 |
| GHQ | 3.65 | 3.75 | 1.85 | 2.94 | 3.32 | 2.91 | 4.16 | 3.11 | 0.047 |
| PTGI | 66.35 | 16.17 | 75.95 | 8.06 | 66.37 | 14.86 | 64.26 | 6.38 | 0.008 |
| 唾液中コルチゾール | 2.29 | 2.45 | 1.53 | 1.63 | 2.49 | 1.94 | 3.49 | 2.28 | 0.025 |

CAPS 得点は介入群の方がより有意に低下し、軽度 PTSD 症状は改善していた (p<0.05, One-way analyses of covariance with pre-post differences in psychological measures as dependent variables and pre-intervention scores as covariates (one-tailed))。また、生活の質を評価する QOL 得点、老人性うつを評価する GDS 得点、うつ症状を評価する CES-D 得点、健康状態を評価する GHQ 得点、外傷後成長を評価する PTGI 得点、唾液中コルチゾールも有意に改善していた (PTGI: p<0.01、QOL、GDS、CES-D、GHQ : p<0.05)。

表 3 : 介入前後の心理データ結果

| | 介入群(42名) | | 対照群(43名) | | P値 |
|------------|-------------|------------|-------------|-------------|------|
| | 介入前 | 介入後 | 介入前 | 介入後 | |
| CAPS得点 | 2.71±5.38 | 0.26±0.91 | 2.14±5.10 | 1.53±4.23 | 0.01 |
| 自尊感情尺度 | 31.29±3.72 | 33.38±3.79 | 31.74±3.39 | 31.60±3.46 | 0.01 |
| GHQ | 4.29±4.13 | 1.48±2.72 | 4.95±5.70 | 3.42±5.37 | 0.01 |
| CES-D | 8.45±5.85 | 3.17±3.64 | 10.81±7.01 | 6.51±6.62 | 0.01 |
| コミュニティ尺度 | | | | | |
| コミュニティ感覚合計 | 48.55±12.34 | 55.69±8.36 | 54.07±15.28 | 50.42±15.25 | 0.01 |
| ニーズの強化 | 13.62±3.52 | 16.24±3.62 | 15.09±4.01 | 14.51±3.78 | 0.01 |
| メンバーシップ | 11.17±3.76 | 13.71±2.66 | 13.44±3.87 | 13.02±4.13 | 0.07 |
| 影響力 | 12.02±3.51 | 14.64±3.51 | 12.63±3.51 | 12.02±3.46 | 0.01 |
| 情緒的つながりの共有 | 13.60±4.41 | 15.52±4.42 | 13.56±4.84 | 13.09±4.46 | 0.01 |

介入群と対照群の介入前後の心理データの結果を示す。PTSD 重症度を評価するCAPS 総得点の介入後の得点は、介入群、対照群ともに低下しているが、園芸介入を受けた介入群の方がより有意に低下していた ($p<0.01$)。また、介入群は、自尊感情得点、CES-D 得点、コミュニティ尺度のコミュニティ感覚合計得点、ニーズの強化得点、影響力得点、情緒的つながりの共有得点も有意に改善していた ($p<0.01$)。

D. 考察

軽度 PTSD 症状に対する園芸療法の効果について生活介入により検討した結果、介入群においては、成人女性・高齢女性共通で PTSD 重症度を示す CAPS 得点の低下、外傷後成長を示す PTGI 得点の上昇、ストレスマーカーである唾液中コルチゾール濃度の低下が認められた。

また、成人女性では、陽性感情を評価する PANAS 陽性感情得点が増加し、高齢女性では、QOL 得点の上昇、GDS 得点、CES-D 得点、GHQ 得点の低下が認められた。

園芸療法によって PTSD 症状が改善されるという知見は、重度の PTSD 症状を有する退役軍人の男性を対象とした研究などで報告されているが (Vaccaro et al., 1995; Clatworthy et al., 2013)、本研究により、震災による軽度 PTSD を有する女性に対しても園芸療法の効果があるということが示唆された。

外傷後成長は衝撃的な経験をして、たしかにその時は激しく傷ついても、その後、むしろ素晴らしく人間として成長することである (Tedeschi et al., 2004; Taku et al., 2009a)。これまでの研究では、主にごん患者を対象としたものや (Cordova et al., 2001; Sears et al., 2003; Stanton et al., 2006; Bellizzi et al., 2006)、若者を対象としたものが多かった (Taku et al., 2006; Taku et al., 2007; Taku et al., 2008; Taku et al., 2009b; Clay et al., 2009; Taku et al., 2013; Taku et al., 2014)。東日本大震災というこれまで

に経験をしたことのない過酷な経験をしつつも、その後の避難所での生活や人間関係を経験した中でいろいろなことを獲得し成長したと同時に、日々の生活の中で植物の成長にかかわることが自分の成長と重なり、その効果が表れたのではないかと解釈されている (Kotozaki, 2013a; Kotozaki, 2013b)。また、園芸活動そのものが本能的で創造的な行動を伴い、人としての成長につながるという報告をあることから (Matsuo, 2008)、外傷後成長と園芸活動は共通する特徴を有していると解釈されている (Kotozaki, 2013a; Kotozaki, 2013b)。

唾液中コルチゾール値は、園芸療法後に数値が有意に低下した。もともと、コルチゾールは、心理学および生理学的なストレスの指標として多くの研究で用いられており、PTSD 症状を評価する事にも用いられている (Yehuda et al., 1991)。これまでの研究でも、阪神・淡路大震災に起因する深刻な PTSD 症状を持つ人は影響を受けていない人よりも有意に高いコルチゾールレベルを持っていたことが報告されており (Fukuda et al., 2000)、唾液中コルチゾール値を東日本大震災前後で比較した研究でも震災後のコルチゾール値が高かったことが報告されている (Kotozaki & Kawashima, 2012)。本研究の結果は、園芸療法後に唾液中コルチゾールの値が低下するという先行研究と同様の結果が認められており (Van Den Berg & Custers, 2011)、園芸療法による効果のこれまでの解釈を支持するものと考えられる。

成人女性で認められた気分状態を示す PANAS スコアの改善については、うつ病患者のための園芸療法介入は PANAS 得点など、メンタルヘルスの指標を改善することが報告されている (Gonzalez et al., 2011; Van Den Berg & Custers, 2011)。園芸療法のセッションによる植物との触れあいのほか、自宅でも植物を毎日育てることから、日々の楽しみや育てる楽しみなどがもたらされたことによって、気分状態が改善されたのではないかと解釈している (Kotozaki, 2013)。

高齢女性で認められた QOL やうつ症状の改善については、園芸療法でこれらが改善したという報告があり (Matsuo, 2008; Barnicle et al., 2003; Waliczek et al., 1996)、軽度 PTSD 症状を有する高齢女性にも同様の効果が得られ、症状が改善したのではないかと解釈している (Kotozaki, 2013)。

また、新たな地域コミュニティ再生におけるコミュニティ活性のツールとしての園芸療法の有効性について生活介入により検討した結果、介入群は、PTSD 症状の程度を表す CAPS 得点、自尊感情尺度、健康状態を表す GHQ 得点、うつ状態を示す CES-D 得点、コミュニティ意識を示すコミュニティ尺度のコミュニティ感覚合計得点、ニーズの強化得点、影響力得点、情緒的つながりの共有得点が改善していた。

園芸療法によって PTSD 症状が改善されるという知見は、重度の PTSD 症状を

有する退役軍人の男性を対象とした研究などで報告されており (Vaccaro et al., 1995; Clatworthy et al., 2013)、被災者を対象とした我々の研究でも報告されている (Kotozaki, 2013; Kotozaki, 2014; Kotozaki, 2015; Kotozaki et al., 2015)。今回の結果も、これまでの結果と同様の結果を示しており、従来の結果を補完するものであると考える。

また、園芸活動は自尊心に影響を与えることが報告されており (Williams and Mattson, 1988; Mattson et al., 2004; Um et al., 2002; Clatworthy et al., 2013)、今回の我々の結果でも同様の結果が得られた。園芸活動を通じて、個々人の成長と植物の成長が重なって感じることで、自分自身の自信と植物を育てる・世話することに対する達成感が得られ、結果として自尊心の向上につながったのではないかと考えられる。

うつ症状の改善については、園芸療法でうつ症状が改善したという先行研究の報告があり (Matsuo, 2008; Barnicle et al., 2003; Waliczek et al., 1996)、園芸療法によって被災者のうつ症状が軽減した結果も我々の研究によって報告されている (Kotozaki, 2013; Kotozaki, 2014; Kotozaki, 2015; Kotozaki et al., 2015)。

さらに、園芸活動はコミュニティベースのプログラムのために有用なツールであり得ることが報告されている (Chalker-Scott and Collman, 2006; Hayashi et al., 2008)。また、園芸活動によって感情